

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi tanaman kedelai

Kedelai ialah tanaman semusim, tumbuh tegak, berdaun lebar, dengan beragam morfologi. Nama botani kedelai yang dibudidayakan ialah *Glycine max* (L.) Merril. Berdasarkan sistem klasifikasi tanaman kedelai termasuk dalam divisio Spermatophyta, subdivisio Angiospermae, kelas Dicotyledonae, famili leguminosae, ordo Papilionoideae, genus *Glycine*, spesies *Glycine max* (L) Merril (Adie dan Krisnawati, 2007).

Batang kedelai berasal dari poros janin. Bagian batang kecambah di bagian atas kotiledon adalah epikotil, dan hipokotil ialah bagian batang kecambah. Titik tumbuh epikotil akan membentuk daun dan kuncup ketiak. Kedelai berbatang semak dengan tinggi 30 – 100 cm. Batang dapat membentuk 3 – 6 cabang. Daun pertama keluar dari buku sebelah atas kotiledon yang disebut dengan daun tunggal, dan selanjutnya adalah daun bertiga dengan letak yang berselang – selang. Bentuk daun bulat telur hingga lancip. Daun bertiga atau yang disebut daun trifolia terbentuk pada batang utama dan cabang. Memiliki bulu yang terdapat pada batang, daun, bunga, dan polong berwarna abu – abu kecoklatan

Akar kedelai ialah akar tunggang yang terbentuk dari bakal akar. Bakal akar dapat tumbuh cepat. Selain sebagai penyerap unsur hara dan penyangga tanaman, pada perakaran ini ialah tempat terbentuknya bintil atau nodul akar yang berfungsi sebagai pabrik alami terfiksasinya nitrogen udara oleh aktivitas bakteri *Rhizobium japonicum*. Adie dan Krisnawati (2007) menambahkan bahwa pola percabangan akar dipengaruhi oleh varietas dan lingkungan, seperti panjang hari, jarak tanam, dan kesuburan tanah.

Kedelai memiliki bunga sempurna atau hermaprodite artinya dalam setiap bunga terdapat alat kelamin jantan dan betina. Penyerbukan terjadi saat mahkota bunga masih menutup. Bunga berwarna ungu dan putih yang terletak pada ruas-ruas batang. Pembentukan bunga dipengaruhi oleh lama penyinaran dan suhu, kedelai tidak berbunga apabila lama penyinaran melebihi batas kritis yaitu sekitar 15 jam (Suprpto, 1992).

2.2 Fotosintesis

Fotosintesis ialah suatu proses biokimia yang dilakukan tumbuhan untuk memproduksi energi terpakai (nutrisi) dengan memanfaatkan energi cahaya. Fotosintesis juga dapat diartikan proses penyusunan atau pembentukan dengan menggunakan energi cahaya atau foton. Sumber energi cahaya alami adalah matahari yang memiliki spektrum cahaya infra merah (cahaya tampak), merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, ungu dan ultra ungu (*visible radiation*).

Proses fotosintesis tidak terjadi pada semua bagian daun, tetapi hanya terbatas pada kloroplas. Kloroplas ialah plastida yang mengandung klorofil, kloroplas terdiri atas tiga bagian yaitu: (1) membran luar dan dalam yang membungkus isi kloroplas dan ruang antar membran yang memisahkan kedua membran, (2) stroma atau bagian encer dari kloroplas yang merupakan gel protein dan tempat enzim yang mereduksi CO_2 dan (3) thylakoid atau yang dikenal juga lamela yang terdiri dari membran dan ruang antar membran (lumen) thylakoid.

Jumin (1989) menjelaskan bahwa reaksi fotosintesis digolongkan menjadi reaksi terang yang terjadi di lamela grana dan reaksi gelap yang terjadi di lamela stroma. Reaksi terang ialah proses penangkapan energi cahaya yang akan digunakan untuk memecah molekul air (fotolisa) menjadi hidrogen dan oksigen. Oksigen dilepas ke udara, sedangkan hidrogen ditangkap NADP (Nicotinamid Adenosin Dinukleotid Fosfat) menjadi NADPH_2 . Cahaya juga digunakan untuk mengubah ADP (Adenosin Difosfat) menjadi ATP (Adenosin Trifosfat). Pada reaksi gelap, energi yang dihasilkan dari reaksi terang akan digunakan pada reaksi gelap. Reaksi gelap ialah pemindahan hidrogen dari air hasil peristiwa hidrolisis oleh NADPH_2 ke asam organik berenergi rendah untuk membentuk karbohidrat yang berenergi tinggi. Reaksi gelap tergantung pada suhu karena pada reaksi gelap terjadi reaksi biokimia dengan bantuan enzim.

2.3 Pengaruh naungan terhadap pertumbuhan

Peranan radiasi surya bagi tanaman dapat dibagi dalam dua cara efek kuantitatif dan efek kualitatif. Secara kuantitatif total radiasi diperlukan untuk aktifitas fotosintesis agar diperoleh asimilat semaksimal mungkin, sedangkan secara kualitatif berperan terhadap fotomorfogenesis. Respon tanaman terhadap

naungan akan tergantung pada jenis tanamannya karena ada tanaman yang suka terhadap radiasi langsung dan ada yang suka terhadap keadaan terlindung.

Radiasi surya yang sampai ke tanaman mempengaruhi tanaman dalam tiga hal yaitu (a) mempengaruhi laju pertumbuhan, (b) mempengaruhi laju transpirasi atau kehilangan air yang mengakibatkan timbulnya kebutuhan air tanaman dan (c) pada suatu periode kritis dalam pertumbuhan, tingkat energi yang tinggi dapat menyebabkan pembakaran (Squire, 1993).

Berdasarkan tingkat fotosintesis dan respirasinya, kedelai termasuk tanaman C3. Tanaman C3 mempunyai tingkat fotorespirasi tinggi mengakibatkan hasil bersih fotosintesisnya jauh lebih rendah bila dibandingkan dengan tanaman C4 seperti jagung atau sorgum. Selain itu biji kedelai sebagian besar terdiri dari protein dan lipid sehingga untuk produksi 1 g bahan kering dibutuhkan energi lebih besar dibandingkan dengan tanaman lain, misalnya jagung.



Tabel 1. Uraian stadium vegetatif dan generatif tanaman kedelai

Singkatan stadium	Tingkatan stadium	Uraian
VE	Stadium pemunculan	Kotiledon muncul dari dalam tanah
VC	Stadium kotiledon	Daun univoliolat berkembang, tepi daun tidak menyentuh
V1	Stadium buku pertama	Daun terurai penuh pada buku unifoliolat
V2	Stadium buku kedua	Daun trifoliolat yang terurai penuh pada buku diatas buku unifoliolat
V3	Stadium buku ketiga	Tiga buah buku pada batang utama dengan daun terurai penuh, terhitung mulai buku unifoliolat
Vn	Stadium buku ke-N	N buah buku pada batang utama dengan daun teruntai penuh, terhitung mulai unifoliolat
R1	Mulai berbunga	Bunga terbuka petama pada buku manapun pada batang
R2	Berbunga penuh	Bunga terbuka pada satu dari dua buku teratas pada batang dengan daun terbuka penuh
R3	Mulai berpolong	Polong sepanjang 5 mm pada salah satu diantara 4 buku teratas pada batang dengan daun terbuka penuh
R4	Berpolong penuh	Polong sepanjang 2 cm pada salah satu dari 4 buku teratas dengan daun terbuka penuh
R5	Mulai berbiji	Biji sebesar 3 mm dalam polong pada salah satu 4 buku teratas dengan daun terbuka penuh
R6	Berbiji penuh	Polong berisikan daun biji hijau yang mengisi rongga polong pada salah satu dari 4 buku teratas dengan daun terbuka penuh
R7	Mulai matang	Satu polong pada batang utama telah mencapai warna polong matang
R8	Matang penuh	95% dari polong telah mencapai warna polong matang

Sumber : Nurlianti, 1997.

Pada tanaman kedelai, radiasi matahari optimum untuk fotosintesis maksimal adalah sebesar 0,3-0,8 Kalori/cm²/menit. Berdasarkan keragaman

radiasi matahari sehari-hari, hasil fotosintesis tertinggi pada tanaman kedelai dicapai pada jam 10 pagi (Baharsjah, 1988).

Kemampuan tanaman untuk beradaptasi terhadap kondisi lingkungan ditentukan oleh sifat genetik tanaman. Secara genetik tanaman yang tahan terhadap naungan mempunyai kemampuan untuk adaptasi yang tinggi terhadap lingkungan (Mohr dan Schoopfer, 1995). Smith (1982) mengelompokkan tanaman menjadi 3 golongan yaitu tanaman yang suka cahaya (sun plant), tanaman yang suka naungan (shade plant) dan tanaman naungan yang fakultatif (toleran terhadap naungan).

Perlakuan naungan menyebabkan perubahan iklim mikro disekitar tanaman. Radiasi surya yang datang dan radiasi balik dari permukaan daun akan terhalangi sebagian, akibatnya intensitas radiasi yang diterima sedikit lebih rendah dibanding dengan di luar naungan. Disamping itu, naungan akan mengurangi sirkulasi udara ke dan dari tajuk tanaman, akibatnya kelembaban pada pagi hari lebih rendah dari pada siang hari dan kelembaban dibawah naungan relatif lebih tinggi dibandingkan di luar naungan (Seemen, 1979).

Proses fotosintesis meningkat dengan semakin tingginya intensitas radiasi surya sehingga laju pertumbuhan dan hasil panen juga semakin tinggi. Faktor tanaman yang paling berperan terhadap pemanfaatan radiasi surya adalah indeks luas daun (ILD) dalam kaitannya dengan persentase radiasi surya yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Bila indeks luas daun terlalu kecil, radiasi surya yang terintersepsi sangat sedikit, sebagian radiasi surya sampai kepermukaan tanah kemudian akan dipantulkan, diserap dan dipancarkan sehingga suhu akan menjadi tinggi. Sebaliknya jika ILD terlalu besar, maka daun saling menaungi dan sebagian besar radiasi surya yang sampai kepermukaan tanah dapat diserap tanaman. Namun, daun-daun yang ternaungi tidak terjangkau dan akhirnya menjadi konsumen dan parasit bagi tanaman sehingga laju pertumbuhan tanaman menjadi lambat. Pada ILD yang optimum, semakin tinggi intensitas cahaya maka laju tanaman semakin meningkat (Las, 1983).

Tanaman yang tumbuh pada kondisi ternaungi sering menunjukkan tanda-tanda etiolasi. Salisbury dan Ross (1995) menyatakan bahwa etiolasi dipengaruhi oleh aktivitas fitikom yang dipengaruhi oleh cahaya. Kejadian etiolasi secara

alami terjadi pada tanaman yang berada pada tegakan hutan tropis atau pada perairan laut seperti ganggang yang hanya mendapatkan cahaya rendah kurang dari 100 fc.

Perbedaan tanggapan terhadap radiasi surya yang tiba di permukaan tanaman sangat dipengaruhi oleh genetik. Bentuk daun dari berbagai genotip akan menyebabkan perbedaan penerimaan energi cahaya. Apabila ruang tajuk dibagi kedalam beberapa bagian, cahaya yang jatuh pada permukaan bawah akan semakin sedikit jika letak daun dalam bidang vertikal/mendekati permukaan tanah, akibat laju fotosintesis daun-daun lapisan tajuk bagian bawah akan semakin rendah (Grent, 1995).

Naungan akan mengurangi intensitas radiasi surya dan berpengaruh terhadap perubahan suhu udara maksimum, suhu tanah dan kelembaban nisbi. Suhu bukan merupakan energi yang efektif untuk pertumbuhan tanaman, tetapi dengan cahaya, suhu akan menentukan kegiatan fisiologi, translokasi dan akumulasi asimilat (Gardner, Pearce, dan Mitchell, 1991).

2.4 Hubungan antara naungan dengan hasil tanaman kedelai

Naungan yang dilakukan pada awal pertumbuhan tanaman kedelai, mengakibatkan pertumbuhan dan produksi merosot. Penelitian Maulida (2007) melaporkan bahwa penanaman pada tanaman kedelai yang dilakukan pada fase awal reproduksi hingga panen dapat mengakibatkan penurunan hasil biji sampai 45 % jika dibandingkan dengan yang ternaungi pada fase pemasakan biji maupun yang tidak ternaungi sama sekali.

Kedelai tidak hanya ditanam secara monokultur di bawah sinar matahari penuh, tetapi juga secara tumpang sari sehingga cahaya yang diterima berkurang akibat adanya penanaman. Penanaman radiasi matahari akan menurunkan hasil fotosintesis yang berarti mengurangi tersedianya fotosintat (hasil fotosintesis). Osomi dkk. (1998) menyatakan bahwa pengurangan jumlah polong isi disebabkan oleh pengurangan distribusi fotosintat ke polong.

Hasil produksi tanaman dapat digunakan untuk menggambarkan hubungan antara hasil tanaman dengan faktor-faktor lingkungan tertentu. Produksi suatu tanaman ditentukan oleh kegiatan yang berlangsung dalam sel atau jaringan

tanaman. Produktivitas tanaman budidaya diukur dari fotosintesis total tanaman dikurangi respirasi yang terjadi selama pertumbuhan. Respirasi harian selama pertumbuhan sebagian besar spesies tanaman budidaya sebesar 25% sampai 30% dari fotosintesis total. Produktivitas tanaman ditentukan oleh ketersediaan CO₂, air, nutrisi dan laju fotosintesis serta respon terhadap stress. Penumpukan fotosintat dapat berupa buah, biji, daun dan batang. Produksi suatu tanaman merupakan hasil dari fotosintesis, penurunan asimilat akibat respirasi dan translokasi berat kering kedalam hasil tanaman.

2.5 Mekanisme ketahanan tanaman terhadap naungan

Ada dua Mekanisme yang dapat menggambarkan ketahanan tanaman terhadap suatu cekaman, yaitu penghindaran dan toleransi. Kedua mekanisme tersebut berbeda, dan setiap cekaman dapat memberikan reaksi lebih dari satu macam dampak atau kerusakan (Levit, 1980). Mekanisme penghindaran pada kekurangan cahaya. Menurut Levit (1980) terdapat dua metode dasar yang menjelaskan hal tersebut, pertama dengan meningkatkan penangkapan cahaya melalui peningkatan proporsi luas daun per unit juring tanaman. Efisiensi Maksimum dapat dicapai dengan meminimumkan penggunaan energi. Oleh karena itu, daun-daun yang ternaungi menjadi lebih tipis dan kadar bahan keringnya rendah. Mekanisme tersebut digambarkan dengan meningkatnya jumlah kloroplas dan pigmen-pigmen serta susunan grana di dalam daun, serta terhambatnya perkembangan kutikula, lapisan lilin dan bulu daun.

Mekanisme penghindaran terhadap kekurangan cahaya merupakan suatu bentuk adaptasi tanaman ternaung, pada intinya dilakukan dengan meningkatkan efisiensi penangkapan cahaya, baik dengan cara meningkatkan area penangkapan melalui peningkatan proporsi area fotosintesis (daun), maupun dengan meningkatkan penangkapan cahaya per unit area fotosintesis. Peningkatan penangkapan cahaya per unit area dibagi dalam tiga mekanisme dasar yaitu penghindaran terhadap refleksi cahaya, penghindaran terhadap transmisi. Cahaya dan penghindaran terhadap penyerapan cahaya yang berlebihan. Untuk menghindari refleksi cahaya, maka daun tidak mempunyai kutikula, lapisan lilin, dan bulu pada permukaannya. Sedangkan untuk menghindari transmisi cahaya,

daun meningkatkan kandungan kloroplas per sal mesofil dan kloroplas pada sel epidermis, serta dengan meningkatkan kandungan pigmen per kloroplas. Pada penghindaran terhadap penyerapan cahaya yang berlebihan, daun tidak mempunyai pigmen selain kloroplas (misalnya antosianin).

Mekanisme toleransi tanaman terhadap kekurangan cahaya dapat dicapai pada laju asimilasi CO_2 sama dengan nol, terjadi pada titik kompensasi cahaya yaitu suatu titik dimana cahaya dipermukaan daun yang digunakan untuk laju asimilasi CO_2 sebenarnya sama dengan laju respirasi CO_2 . Laju respirasi yang rendah pada tanaman yang tahan terhadap naungan akan menghasilkan laju fotosintesis bersih lebih tinggi daripada tanaman yang respon terhadap cahaya matahari. Pada mekanisme toleransi tanaman ternaung terhadap kekurangan cahaya terhadap dua metode dasar yaitu Penurunan titik kompensasi cahaya dan penurunan laju respirasi di bawah titik kompensasi cahaya. Penurunan titik kompensasi cahaya dilakukan untuk menghindari terjadinya kerusakan sistem fotosintesis yakni terjadinya penurunan aktifitas enzim dan terjadinya kerusakan pigmen. Penurunan titik kompensasi cahaya dilakukan dengan menurunkan laju respirasi disekitar titik kompensasinya melalui penurunan bahan respirasi dan penurunan sistem respirasi (yang terjadi di dalam mitokondria dan dikendalikan oleh enzim) (Levit,1980).

2.6 Photosynthetically Active Radiation (PAR) dan Cahaya

Tanaman dalam proses fotosintesis tidak dapat memanfaatkan semua pancaran radiasi matahari yang sampai pada permukaan bumi. Menurut Heddy (1990) cahaya matahari mempunyai pengaruh yang besar, pengaruh cahaya terhadap fotosintesis ini meliputi: Intensitas cahaya, lamanya penyinaran, dan kualitas cahaya (panjang gelombang). Radiasi dengan panjang gelombang antara 400 hingga 700 nm ialah yang dimanfaatkan dalam fotosintesis dan dikenal dengan istilah cahaya tampak (Ashari, 2006). Cahaya tampak terdiri dari beberapa warna spektrum yaitu ungu (400 – 435 nm), biru (435 – 490 nm), hijau (490 – 574 nm), kuning (574 – 595 nm), jingga (595 – 626 nm), dan merah (626 – 760 nm). . Bagian radiasi inilah yang disebut radiasi nampak (*visible radiation*) atau cahaya

yang juga dikenal dengan istilah Radiasi Aktif Fotosintesis (PAR = *photosynthetically active radiation*).

Ciri gelombang dapat digunakan untuk menggambarkan energi radiasi yaitu panjang gelombang (λ), jarak di antara dua dasar atau puncak gelombang yang berdekatan, frekuensi (n), dan kecepatan gelombang (c). Frekuensi adalah jumlah gelombang yang melintasi suatu titik per satuan waktu, dan kecepatan gelombang adalah jarak yang ditempuh per satuan waktu yang kemudian dikenal menjadi kecepatan cahaya. Tingkat frekuensi suatu spektrum radiasi tergantung pada panjang gelombangnya seperti ditunjukkan persamaan berikut $n = c / \lambda$

Radiasi yang diabsorpsi dalam tajuk tanaman dapat ditaksir dari selisih radiasi yang sampai pada permukaan atas tajuk tanaman dengan radiasi yang lolos pada permukaan tanah dibawah tajuk. Cahaya yang menimpa daun dapat sebagian dipantulkan dan ditransmisikan, dan kuantitas cahaya yang dipantulkan dan ditransmisi tergantung pada sifat daun yang dinyatakan dengan koefisien t (tau) untuk transmisi. Sedang cahaya yang jatuh di antara celah daun dari suatu lapisan daun akan lolos ke lapisan bawah, dan kuantitas cahaya ini tergantung pada letak daun yang dinyatakan dengan koefisien "s". Cahaya yang lolos dari suatu lapisan dapat menimpa permukaan daun pada lapisan dibawahnya yang sebagian kemudian ditransmisi, dan yang jatuh di antara celah daun akan terus lolos ke lapisan lebih bawah. Cahaya yang transmisi lebih dari satu kali tidak efektif untuk proses fotosintesis (Anonymous,2010).

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.

